

19. BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

12. Offenlegungsschrift
10. DE 44 46 192 A 1

51. Int. Cl.⁶:
A 61 B 17/225
A 61 B 8/00

21. Aktenzeichen: P 44 46 192.5
22. Anmeldetag: 23. 12. 94
23. Offenlegungstag: 4. 7. 96

71. Anmelder:
Richard Wolf GmbH, 75438 Knittlingen, DE

74. Vertreter:
H. Wilcken und Kollegen, 23552 Lübeck

72. Erfinder:
Zanger, Ulf, Dipl.-Ing., 76646 Bruchsal, DE

56. Entgegenhaltungen:
DE 41 13 697 A1
DE 40 12 760 A1
DE 68 9 15 93 5T2
EP 02 38 589 B1
EP 03 67 116 A1

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

54. Verfahren zur Trefferkontrolle

57. Das Verfahren dient zur Trefferkontrolle bei der Zerstörung oder Behandlung von körperinneren Konkrementen, Gewebeteilen oder sonstigen Teilen mittels extrakorporal erzeugtem pulsformigen Ultraschall unter Ausnutzung des Dopplereffektes. Nach dem Ultraschallbehandlungspuls wird der elektroakustische Wandler mit Dauerschall vergleichsweise geringer Energie beaufschlagt. Der vom Objekt reflektierte Schall wird mittels des Wandlers in ein elektrisches Frequenzsignal gewandelt, wobei dieses Signal mit dem Dauerschallsignal verglichen wird. Anhand der Frequenzänderung zwischen diesen beiden Signalen wird auf die Treffgenauigkeit geschlossen. Je höher die Treffgenauigkeit des vorangegangenen Ultraschallpulses ist, desto größer ist die dadurch erzeugte Bewegung des zu behandelnden Körperteiles. Die Geschwindigkeit dieser Bewegung wird durch Vergleich der Frequenzen des ausgesendeten und empfangenen Dauerschallsignals ermittelt und damit die Treffgenauigkeit des vorangegangenen Ultraschallpulses.

DE 44 46 192 A 1

DE 44 46 192 A 1

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Trefferkontrolle bei der Zerstörung oder Behandlung von körperinneren Konkrementen, Gewebeteilen oder sonstigen Teilen mittels extrakorporal erzeugtem pulsformigen Ultraschall unter Ausnutzung des Dopplereffektes sowie im weiteren eine Vorrichtung zur Ausführung dieses Verfahrens.

Bei der Therapie mit extrakorporal erzeugter und in den Körper fokussierter Ultraschallenergie, insbesondere bei der Lithotripsie, ist es wünschenswert, eine möglichst hohe Treffgenauigkeit dieser Ultraschallenergie auf das zu behandelnde Konkrement, Gewebeteil oder sonstige Körperteil zu erreichen, zum einen, um die Behandlung möglichst effektiv und kurzzeitig zu gestalten, zum anderen um das umliegende Gewebe zu schonen. Während der Behandlung mit Ultraschallenergie verändert sich jedoch das Ziel nicht nur in seiner Größe, es kann sich auch in seiner Lage verändern, zum Beispiel durch Atem- oder sonstige Körperbewegungen.

Die bei solchen Behandlungen standardmäßig eingesetzten bildgebenden Verfahren mittels eines gesonderten Ultraschallsenders/Empfängers zur Bilderzeugung oder einer Röntgenortungseinrichtung sind relativ unpräzise, und zwar schon systembedingt durch die im Vergleich zum Therapieschall unterschiedlichen Ausbreitungsbedingungen. Im übrigen passiert es zum Beispiel durch Atembewegungen, daß das zu behandelnde Objekt, zum Beispiel ein Stein, aus dem Fokus wandert und oft oder nicht mehr getroffen wird. Andere Steintypen, zum Beispiel Harnleitersteine, sind mittels Ultraschallortung häufig nicht erkennbar.

Aus DE 41 13 697 A1 ist ein Verfahren sowie eine Vorrichtung zur Ermittlung von Bewegungen des Objektes im Fokalebereich des Therapiewandlers bekannt, bei der zeitlich versetzte Ultraschall-B-Bilder verglichen und die so erfaßten Bewegungsvorgänge durch Farbcodierung auf einem Bildschirm dargestellt werden. Dieses Verfahren ist sowohl hinsichtlich der erforderlichen Hardware als auch der erforderlichen Software sehr aufwendig und somit teuer.

Aus EP 0 367 116 A1 ist es bekannt, einen Ultraschallscanner zusätzlich zum üblichen B-Modus zur Abgabe einer Farbdopplerinformation auszubilden. Auch dem dort beschriebene technische Aufwand ist hoch, zudem steht für die Zeit, in der die Farbdopplerinformationen geliefert werden, das übliche B-Bild nicht zur Verfügung.

Aus EP 0 238 589 B1 ist es bekannt, die Ausrichtung des Therapiewandlers in bezug auf das Konkrement durch das vorherige Aussenden von Pulsen mittlerer Leistung zu überprüfen. Eine Überwachung des einzelnen Behandlungspulses ist hiermit in der Praxis nicht möglich, auch führt die Aussendung von Pulsen mittlerer Leistung zu einer zusätzlichen Belastung des Gewebes.

Aus DE 40 12 760 ist es bekannt, unter Ausnutzung des Ultraschall-Dopplerverfahrens die Größe von Steinpartikeln durch Ermittlung ihrer Sinkgeschwindigkeit in der Körperflüssigkeit zu messen. Die Partikel werden dabei durch einen Stoßwellenimpuls aufgewirbelt, ihre Sinkgeschwindigkeit mittels des Ultraschall-Dopplerverfahrens ermittelt. Eine direkte Trefferkontrolle ist mit diesem Verfahren ebenfalls nicht möglich.

Hiervon ausgehend liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, ein gattungsgemäßes Verfahren so auszubilden,

den, daß die Treffgenauigkeit nach Möglichkeit nach jedem Ultraschallpuls auf einfache Weise ermittelt werden kann. Des weiteren soll eine Vorrichtung geschaffen werden, die einfach in Aufbau und Anwendung ist und welche zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens besonders geeignet ist.

Der verfahrensmäßige Teil dieser Aufgabe wird durch die im kennzeichnenden Teil des Anspruchs 1 angegebenen Merkmale gelöst, der vorrichtungsmäßige durch die im kennzeichnenden Teil des Anspruchs 5 angegebenen.

Das erfindungsgemäße Verfahren nutzt das in der Physik als Impulserhaltungssatz bekannte Phänomen aus. Wird nämlich ein Stein oder ein Bruchstück desselben durch einen Ultraschallpuls (Behandlungspuls) getroffen, so vollzieht dieser Stein eine Bewegung. Diese Bewegung wiederum kann mittels des in der Physik als Dopplereffekt bekannten Phänomens der Frequenzverschiebung erfaßt werden. Und zwar ist die Frequenzverschiebung um so höher, je größer die Bewegungsgeschwindigkeit des Steines ist. Es besteht also ein Zusammenhang zwischen der Bewegungsgeschwindigkeit des Steines und der Treffgenauigkeit des Behandlungspulses, und zwar ist diese um so höher, je höher die Treffgenauigkeit ist.

Das erfindungsgemäße Verfahren sieht nun vor, daß der Schallerzeuger unmittelbar nach Abgabe des Behandlungspulses zur Erzeugung von Dauerschall vergleichsweise geringer Energie angesteuert wird und daß anhand der Frequenz des reflektierten Schalls, also der Differenz zwischen der Frequenz des ausgesandten und des empfangenen Schalls, die Treffgenauigkeit des vorangegangenen Behandlungspulses ermittelt wird. Das erfindungsgemäße Verfahren wird zweckmäßigerweise nach jedem Behandlungspuls angewendet und gewährleistet auf einfache Weise eine exakte Trefferkontrolle.

Bevorzugt erfolgt die Aussendung der Ultraschallpulse und des Dauerschalls sowie der Empfang des reflektierten Dauerschalls mit demselben elektroakustischen Wandler. Dies hat nicht nur bauliche Vorteile, sondern gewährleistet darüberhinaus auch, daß der Dauerschall zur Trefferkontrolle und der Pulsschall zur Behandlung denselben Weg zurücklegen, also dieselben Ausbreitungsbedingungen haben. Bevorzugt wird der Dauerschall mit einer Frequenz erzeugt, die etwa im Bereich der Resonanzfrequenz des elektroakustischen Wandlers liegt. Es versteht sich, daß die Leistung des Dauerschalls so gewählt wird, daß keinerlei Beeinträchtigung des Patienten hierdurch erfolgt.

Zweckmäßigerweise wird ein Grenzwert ermittelt und/oder festgelegt, der eine gerade noch tolerierbare Trefferungenauigkeit definiert. Eine diesem Grenzwert entsprechende Frequenzverschiebung wird dann genutzt, um ein akustisches, optisches oder sonstiges Steuersignal, zum Beispiel zur Abschaltung des elektroakustischen Wandlers zu geben.

Eine erfindungsgemäße Vorrichtung insbesondere zur Ausführung des vorbeschriebenen Verfahrens besteht aus einem elektroakustischen Wandler mit vorgeschaltetem Generator zur Erzeugung von Ultraschallpulsen sowie einem weiteren Generator zur Erzeugung von Dauerschall. Beide Generatoren werden wechselweise mit dem elektroakustischen Wandler verbunden, wobei der elektroakustische Wandler im Dauerschallbetrieb zugleich Empfänger ist und das Ausgangssignal des Generators für die Dauerschallerzeugung einerseits sowie das Ausgangssignal des elektroakustischen Wandlers beim Empfang des reflektierten Dauerschalls

andererseits einem Mischer zugeführt wird, welcher die Frequenzdifferenz beider Signale bestimmt und somit ein Ausgangssignal abgibt, das ein Maß für die Treffgenauigkeit ist.

Um zu verhindern, daß der in der Regel mit Hochspannung arbeitende Generator für die Erzeugung der Ultraschallpulse in den vergleichsweise empfindlichen Kreis des Dauerschallgenerators mit nachgeschalteter Auswertelektronik einstreut, ist bevorzugt eine Steuerung vorgesehen, welche den zur Erzeugung des Dauerschalls vorgesehenen Generator lediglich in den Pulspausen mit dem elektroakustischen Wandler verbindet und in Weiterbildung ggf. auch gleichzeitig den Generator für die Erzeugung der Ultraschallpulse vom elektroakustischen Wandler trennt. Zur Steuerung dieses Schalters wird bevorzugt das Triggersignal zur Auslösung des Ultraschallpulses verwendet.

Zur weiteren Sicherheit der empfindlichen Auswertelektronik ist es zweckmäßig, dieser eine Überspannungsschutzeinrichtung vorzuschalten, welche gegebenenfalls noch im System befindliche Überspannungen durch Masseschluß beseitigt. Weiterhin ist es zweckmäßig, in der Signalleitung zur Auswertelektronik einen Bandpaß einzugliedern, der lediglich den Frequenzbereich durchläßt, der die Frequenz des Dauerschalls sowie die zu erwartende maximale Frequenzverschiebung umfaßt. Auf diese Weise können Störsignale auf der im allgemeinen nicht abgeschirmten Wandlerzuleitung ausgefiltert werden.

Bevorzugt ist dem Mischer ein Schwellwertdetektor nachgeschaltet, der beim Überschreiten einer voreinstellbaren Frequenzdifferenz anspricht und dann eine Anzeigeeinrichtung ansteuert oder aber direkt in die Leistungssteuerung sperrend eingreift.

Die erfindungsgemäße Vorrichtung kann auch bei schon bestehenden Lithotripsieeinrichtungen nachgerüstet werden, da hierzu in der Regel lediglich eine nicht besonders aufwendige Nachrüstung der Elektronik erforderlich ist. Es ergeben sich keinerlei Nachteile hinsichtlich der Anwendungsgebiete, insbesondere werden die vorhandenen Ortungseinrichtungen hiervon nicht tangiert und bleiben voll funktionsfähig.

Die Erfindung ist nachfolgend anhand eines in den Figuren dargestellten Ausführungsbeispiels näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 in vereinfachter Blockdarstellung eine Lithotripsieeinrichtung mit elektronischer Trefferkontrolle gemäß der Erfindung und

Fig. 2 die Einrichtung nach Fig. 1 mit einem Ausführungsbeispiel der elektronischen Trefferkontrolle.

In Fig. 1 ist ein elektroakustischer Wandler 1 dargestellt, wie er beispielsweise zur extrakorporalen Lithotripsie mit Stoßwellen eingesetzt wird. Der Wandler 1 ist kalottenförmig ausgebildet und an seiner Innenseite mit einer Vielzahl von piezoelektrischen Elementen versehen. Die von diesem Wandler 1 ausgehenden Schallwellen haben einen Fokus F. Zur Erzeugung von Ultraschallpulsen wird der elektroakustische Wandler 1 mit einem in einem Generator 2 erzeugten entsprechenden elektrischen Signal beaufschlagt. Eine solche Anordnung zählt zum Stand der Technik, ist hinlänglich bekannt und braucht daher nicht im einzelnen beschrieben zu werden.

Parallel zum Generator 2 ist dem elektroakustischen Wandler 1 eine in Fig. 1 mit 13 gekennzeichnete Einrichtung zur Trefferkontrolle geschaltet, die in Fig. 2 im einzelnen dargestellt ist.

Der elektroakustische Wandler 1 strahlt zum Zwecke

der Therapie Ultraschallpulse in Richtung seines Fokus F ab. Der Wandler 1 wird mittels entsprechender Positioniereinrichtungen so bewegt, daß sein Fokus F mit dem zu zertrümmernden Konkrement übereinstimmt. Diese Einstellung erfolgt unter Zuhilfenahme eines bildgebenden Verfahrens, zum Beispiel mit Hilfe eines Ultraschallscanners oder eines Röntgen-C-Bogens. Nach der Positionierung wird der Generator 2 zur Abgabe von Hochspannungspulsen angesteuert, wodurch der Wandler 1 auf den Fokus F gerichtete Ultraschallstoßwellen abgibt. Die Einrichtung 13 dient nun zur Feststellung der Trefferkontrolle, das heißt zur Überprüfung, ob im Fokus F des Wandlers 1 ein Objekt, zum Beispiel ein Konkrement getroffen wurde.

Die Einrichtung 13 weist einen Frequenzgenerator 4 zur Erzeugung von Dauerschall einer Frequenz die etwa der Resonanzfrequenz des elektroakustischen Wandlers 1 entspricht, auf. Der Frequenzgenerator 4 ist ständig in Betrieb, sein Ausgangssignal steht zum einen am Trägerfrequenzeingang eines Mixers 7 sowie in den Pulspausen des Generators 2 am elektroakustischen Wandler 1 an. Der Ausgang des Frequenzgenerators 4 ist über einen Schalter 3 in Form eines Hochspannungsrelais mit dem elektroakustischen Wandler 1 verbunden. Die elektrische Beaufschlagung des Hochspannungsrelais 3 erfolgt über eine Steuerung 12, der eingangsseitig ein Triggersignal 11 zugeführt wird, das auch den Generator 2 ansteuert und den zeitlichen Ablauf zwischen Pulszeiten und Pausenzeiten steuert. Die Steuerung 12 ist so ausgelegt, daß das Relais kurzzeitig (ca. 20 Millisekunden) nach Angabe des nur wenige Mikrosekunden dauernden Ultraschallpulses geschlossen und kurz vor dem nächsten Ultraschallpuls wieder geöffnet wird. Auf diese Weise wird erreicht, daß die gesamte Einrichtung zur Trefferkontrolle 13 lediglich in den Pulspausen mit dem elektroakustischen Wandler 1 verbunden ist und das am Ausgang des Generators 2 anstehende Hochspannungssignal nicht in diese Einrichtung gelangt.

Der elektroakustische Wandler 1 wird bei der Einrichtung zur Trefferkontrolle 13 auch als Empfänger eingesetzt, das am Konkrement reflektierte Schallsignal wird durch den Wandler 1 in ein elektrisches Signal umgewandelt, das in den Pausenzeiten, wenn der Schalter 3 geschlossen ist, zunächst einer Überspannungsschutzeinrichtung 5 sowie nachfolgend einem Bandpaß 6 zugeführt wird. Der Bandpaß 6 ist so ausgelegt, daß nur die Frequenzen in unmittelbarer Nähe der Resonanzfrequenz des Wandlers 1 durchgelassen werden. Der Ausgang des Bandpasses 6 ist mit dem zweiten Eingang des vorerwähnten Mixers 7 verbunden. Am Mixer 7 stehen also zum einen das Dauerfrequenzsignal des Generators 4 (Trägerfrequenz) und zum anderen das aufgrund der reflektierten Welle im Wandler 1 erzeugte Frequenzsignal (Empfangsfrequenz) an. Am Ausgang des Mixers 7 steht ein Frequenzsignal an, dessen Frequenz der Differenz der Frequenz der beiden Eingangssignale entspricht. Dieses Differenzfrequenzsignal am Ausgang des Mixers 7 wird einer Verstärkerstufe 8 zugeführt, deren Ausgang mit einem Schwellwertdetektor 9 verbunden ist, der wiederum eine Anzeigeeinrichtung 10 ansteuert. Das Ausgangssignal des Schwellwertdetektors 9 kann alternativ oder zusätzlich auch noch der Steuerung für den Generator 2 zugeführt werden, um eine automatische Abschaltung bei ungenügender Treffgenauigkeit zu gewährleisten.

Die vorstehend beschriebene Einrichtung zur Trefferkontrolle arbeitet wie folgt:

In den Pausen zwischen den vom Generator 2 durch

Hochspannungspulse erzeugten Ultraschallpulsen des elektroakustischen Wandlers 1 wird die Einrichtung 13 mit dem elektroakustischen Wandler 1 verbunden. Dies geschieht in Abhängigkeit des Triggersignals 11 wie eingangs beschrieben. Dann gelangt ein kontinuierliches elektrisches Wechselstromsignal einer Frequenz, die der Resonanzfrequenz des Wandlers 1 entspricht, zu diesem Wandler. Die Leistung ist dabei so gewählt, daß die dadurch vom elektroakustischen Wandler 1 erzeugten Schallwellen auch im Fokus F physiologisch unbedenklich sind. Diese Schallwellen gelangen je nach Ausrichtung des Wandlers 1 mehr oder weniger auf das zu behandelnde Konkrement, das aufgrund des vorhergegangenen Stoßwellenimpulses eine je nach Treffgenauigkeit mehr oder weniger große Bewegung vollzieht. In Abhängigkeit dieser Bewegung (Geschwindigkeit) wird das vom Konkrement reflektierte Schallsignal frequenzverschoben. Dieser Effekt ist als Dopplereffekt bekannt.

Das reflektierte Signal wird im elektroakustischen Wandler in ein elektrisches Signal entsprechender Frequenz (Empfangsfrequenz) umgewandelt und gelangt dann zu einem Eingang des Mischers 7, dessen anderer Eingang mit der Trägerfrequenz (Sendefrequenz) des Frequenzgenerators 4 beaufschlagt ist.

Am Ausgang des Mischers 7 steht ein Differenzfrequenzsignal an, das in der Verstärkerstufe 8 aufbereitet und verstärkt wird und dem Schwellwertdetektor 9 zugeführt ist. Der Schwellwertdetektor 9 wiederum gibt bei Überschreiten einer voreinstellbaren Frequenz ein Signal an die Anzeigeeinrichtung 10 ab. Als Anzeigeeinrichtung kann z. B. eine Leuchtanzeige am Bedienpult als optische Anzeige oder ein Lautsprecher als akustische Anzeige dienen. Dabei kann in einfachster Form bei Überschreiten des Schwellwertes 9 eine Lampe aufleuchten oder ein akustisches Signal gegeben werden. Es kann jedoch auch eine kontinuierliche Anzeige vorgesehen sein. Dann steuert beispielsweise die Verstärkerstufe 8 die Tonhöhe eines Signalgenerators, so daß die Tonhöhe des akustischen Signals zusätzliche Informationen über die Treffgenauigkeit liefert. Anhand der Höhe des akustischen Signals wird die Treffgenauigkeit ständig signalisiert, so daß sie auch während der Behandlung durch entsprechende Korrektur der Position des Wandlers 1 optimiert werden kann. Es kann dann zusätzlich der Schwellwertdetektor 9 vorgesehen sein, der bei Unterschreiten eines bestimmten Schwellwertes in die Steuerung des Generators 2 eingreift und die Aussendung von Hochspannungspulsen sperrt. Auf diese Weise kann sichergestellt werden, daß beim Unterschreiten einer vorgegebenen Treffgenauigkeit eine automatische Abschaltung erfolgt, die erst nach Neupositionierung deaktivierbar ist.

Das vom elektroakustischen Wandler 1 kommende Empfangssignal wird nicht direkt dem Mischer 7, sondern zunächst der Überspannungsschutzeinrichtung 5 zugeführt und dann einem Bandpaß 6. Die Einrichtung 5 dient zur zusätzlichen Sicherheit der Einrichtung 13, zum Beispiel für den Fall, daß das Relais 3 defekt ist oder aber in sonstiger Weise Hochspannungspulse der Einrichtung 13 zugeführt werden. Der Bandpaß 6 dient ebenfalls der Sicherheit und der Unterdrückung von Überlagerungsfrequenzen, welche die Auswertung stören könnten. Außerdem wird das Relais 3 vorteilhafterweise mittels einer Schutzschaltung (nicht dargestellt) überwacht.

Der Einsatz der vorbeschriebenen Einrichtung 13 beschränkt sich nicht nur auf den Bereich der Lithotripsie. Vielmehr kann ein solcher Einsatz in nahezu allen The-

rapieverfahren erfolgen, die mit extrakorporal erzeugtem pulsformigen und fokussierten Ultraschall arbeiten. Hier sind insbesondere Verfahren zur Knochenbehandlung und solche zur Zerstörung von malignem und benignem Gewebe zu nennen.

Bezugszeichenliste

- 1 elektroakustischer Wandler
- 2 Hochspannungsgenerator
- 3 Schalter, Relais
- 4 Generator zur Erzeugung von Dauerschall
- 5 Überspannungsschutzeinrichtung
- 6 Bandpaß
- 7 Mischer
- 8 Verstärkerstufe
- 9 Schwellwertdetektor
- 10 Anzeigeeinrichtung
- 11 Triggersignal
- 12 Steuerung
- 13 Einrichtung zur Trefferkontrolle
- F Fokus

Patentansprüche

1. Verfahren zur Trefferkontrolle bei der Zerstörung oder Behandlung von körperinneren Konkrementen, Gewebeteilen oder sonstigen Teilen mittels extrakorporal erzeugtem pulsformigen Ultraschall unter Ausnutzung des Dopplereffekts, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens unmittelbar nach dem Behandlungspuls Dauerschall vergleichsweise geringer Energie auf das zu behandelnde Objekt gerichtet wird, daß die Frequenzverschiebung zwischen dem ausgesandten und dem vom Objekt reflektierten Dauerschall ermittelt wird und daß das Maß der Frequenzverschiebung zur Ermittlung der Treffgenauigkeit verwendet wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Aussendung der Ultraschallpulse und des Dauerschalls sowie der Empfang des reflektierten Dauerschalls mit demselben elektroakustischen Wandler erfolgen.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Dauerschall mit einer Frequenz erzeugt wird, die etwa der Resonanzfrequenz des elektroakustischen Wandlers entspricht.
4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß bei Überschreiten eines festlegbaren Grenzwertes der Frequenzverschiebung ein akustisches, optisches oder Steuersignal für den elektroakustischen Wandler gegeben wird.
5. Vorrichtung insbesondere zur Ausführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 4, mit einem elektroakustischen Wandler (1) mit vorgeschaltetem Generator (2) zur Erzeugung von Ultraschallpulsen, dadurch gekennzeichnet, daß Mittel (4) zur Erzeugung von Dauerschall vorgesehen sind, daß Mittel zum Empfang von reflektiertem Dauerschall vorgesehen sind und daß ein Mischer (7) zur Ermittlung der Frequenzänderung zwischen ausgesandtem und empfangenem Dauerschall vorgesehen ist.
6. Vorrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß ein gemeinsamer elektroakustischer Wandler (1) zur Erzeugung von Ultraschallpulsen

und Dauerschall sowie eine Steuerung (12) vorgesehen ist, die den Generator (4) für den Dauerschall in den Pulsphasen mit dem elektroakustischen Wandler (1) verbindet.

7. Vorrichtung nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuerung (12) den Generator (4) für den Dauerschall während der Erzeugung eines Ultraschallpulses vom elektroakustischen Wandler (1) trennt, wobei das Triggersignal (11) zur Auslösung des Ultraschallpulses als Steuerungssignal dient.

8. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß dem Mischer (7) eine Anzeigeeinrichtung (10) nachgeschaltet ist.

9. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß dem Mischer (7) eine Überspannungsschutzeinrichtung (5) vorgeschaltet ist.

10. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen der Überspannungsschutzeinrichtung (5) und dem Mischer (7) ein Bandpaß (6) geschaltet ist.

11. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß dem Mischer (7) ein Schwellwertdetektor (9) nachgeschaltet ist.

12. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuerung (12) ein Relais (3) ansteuert, das mit einer Schutzschaltung überwacht wird.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

35

40

45

50

55

60

65

- Leerseite -

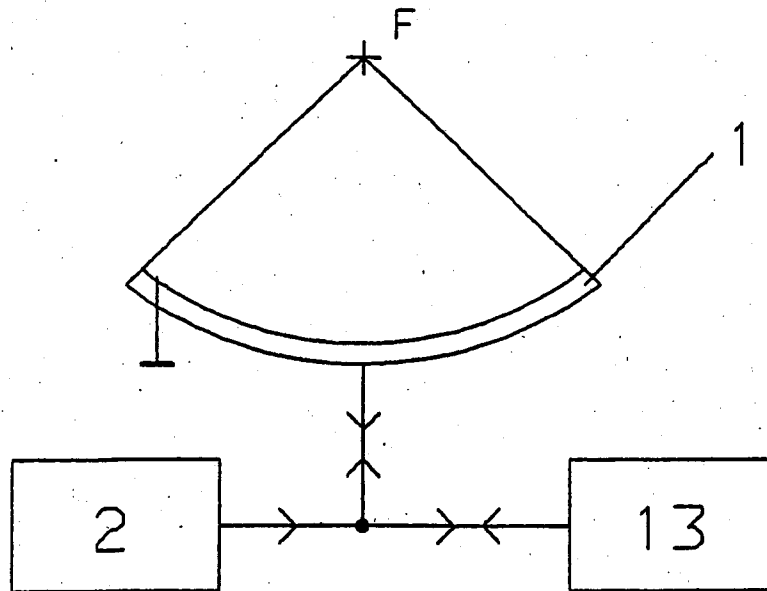


Fig. 1

Fig. 2

